

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Oktober 2005 (20.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/098555 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G05B 11/42**,  
G05D 3/14

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FINKLER, Roland**  
[DE/DE]; In der Zeil 6, 91058 Erlangen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051221

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. März 2005 (16.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

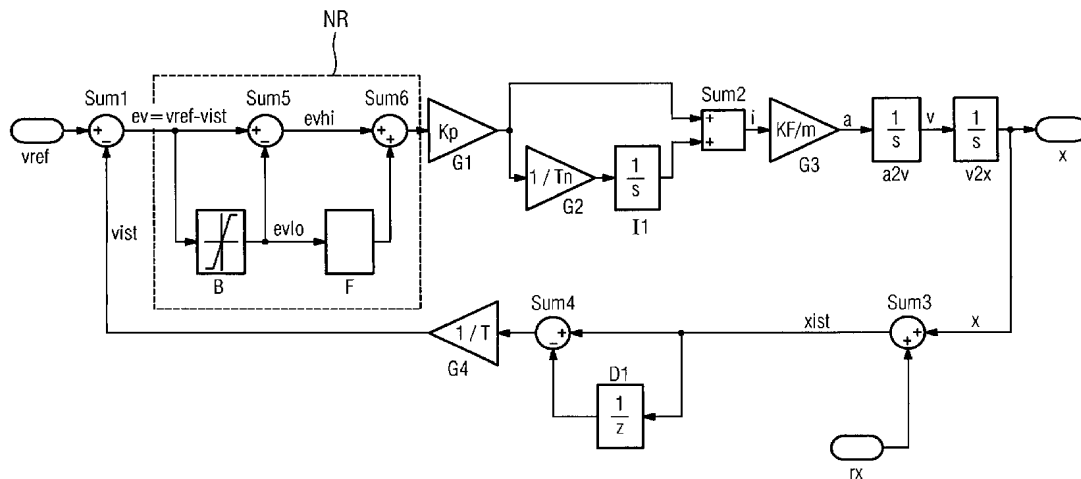
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 016 733.8 5. April 2004 (05.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ENGINE CONTROL DEVICE AND CORRESPONDING CONTROL METHOD

(54) Bezeichnung: MOTORREGELUNGSVORRICHTUNG UND ENTSPRECHENDES REGELUNGSVERFAHREN



(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a speed control method for reducing current ripple and speed ripple at constant dynamics behavior while reducing the hardware required to a minimum. For this purpose, a control signal, especially a speed deviation (ev) is divided up into at least two signal portions (evhi and evlo). Every one of the at least two signal portions (evhi and evlo) is processed in a different manner. The low-order portion (evlo) can be smoothed by means of a low-pass filter (F). In an adder (Sum6) mounted downstream thereof, the differently processed signal portions are then added up for further control.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Geschwindigkeitsregelung sollen Stromripple und Geschwindigkeitswelligkeit bei gleichbleibender Dynamik reduziert werden, wobei der zusätzliche Hardware-Aufwand möglichst gering gehalten werden soll. Hierfür ist vorgesehen, ein Regelungssignal, insbesondere eine Geschwindigkeitsabweichung (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evhi und evlo) aufzuteilen. Jeder der mindestens zwei Signalanteile (evhi und evlo) werden auf unterschiedliche Weise verarbeitet. Insbesondere kann der niederwertige Anteil (evlo) durch ein Tiefpassfilter (F) geglättet werden. In einem nachgeschalteten Addierer (Sum 6) werden die verschieden verarbeiteten Signalanteile schliesslich wieder für die weitere Regelung addiert.



WO 2005/098555 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Motorregelungsvorrichtung und entsprechendes Regelungsverfahren

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Motorregelungsvorrichtung mit einer Regelungskomponente zum Bereitstellen eines Regelungssignals. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Regelungsverfahren.

10

Vielfach wird die Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlregelung und auch die Lageregelung von Antrieben durch Rauschen und andere Störgrößen nachteilig beeinflusst. Dieses Problem wird anhand des in FIG 1 dargestellten Geschwindigkeitsregelkreises für Linearantriebe näher erläutert. Für den Regelkreis wird eine Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  vorgegeben. Von dieser Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  wird in einem Addierer Sum1 eine Istgeschwindigkeit  $v_{ist}$  abgezogen, so dass man ein Abweichungs- bzw. Differenzsignal  $e_v$  erhält. Das Differenzsignal  $e_v$  wird in einem Verstärker G1 mit dem Verstärkungsfaktor  $K_p$  proportional verstärkt. In dem nachgeschalteten Verstärker G2, Integrierer I1 und Addierer Sum2 wird ein I-Anteil mit Nachstellzeit  $T_n$  berücksichtigt. Ein aus dem Addierer Sum2 resultierender Strom  $i$  wird durch einen Motor M, der die Regelstrecke darstellt, in eine Linearposition  $x$  umgesetzt. Dabei wird der Motor M durch einen Verstärker G3 und zwei nachgeschaltete Integrierer  $a_{2v}$  und  $v_{2x}$  modelliert. Der Verstärker G3 setzt entsprechend einer Kraftkonstante  $K_F$  den Strom  $i$  in eine Beschleunigung  $a$  um. Diese wird in dem ersten Integrierer  $a_{2v}$  in eine Geschwindigkeit  $v$  und anschließend in dem zweiten Integrierer  $v_{2x}$  in eine Position  $x$  gewandelt.

Ein Geber G greift die Position  $x$  ab, wobei ungewollt ein Störsignal  $r_x$  zum Lagesignal  $x$  addiert wird, was durch den Addierer Sum3 angedeutet ist. Das Störsignal  $r_x$  entsteht beispielsweise durch Quantisierungsrauschen oder sonstiges Rau-

schen und andere Störgrößen. Der Geber G liefert somit ein Istlagesignal  $x_{ist}$ .

Die Geberauswertung A im Rückkopplungsweig dient dazu, das  
5 Istlagesignal  $x_{ist}$  in das Istgeschwindigkeitssignal  $v_{ist}$  um-  
zusetzen. Hierzu wird mit dem Verzögerungselement D1, dem Ad-  
dierer Sum4 und dem Verstärker G4 eine zeitdiskrete Differen-  
ziation durchgeführt. Üblicherweise arbeiten dabei die Blöcke  
D1, Sum4, G4,  $v_{ref}$ , Sum1, G1, G2, I1, Sum2 zeitdiskret, wobei  
10 die Taktrate mit der Verzögerungszeit T des Verzögerungsele-  
ments D1 übereinstimmt. Entsprechend wird auch das Istlage-  
signal  $x_{ist}$  nicht kontinuierlich, sondern zeitdiskret mit  
dieser Taktrate erfasst. Insofern bildet die Geberauswertung  
A die mit einem Faktor (hier  $1/T$ ) gewichtete Differenz aus  
15 aktueller und vorangegangener Istlage.

Üblicherweise ist man bestrebt eine möglichst hohe Dynamik zu  
erzielen, d. h. 1) die Geschwindigkeit  $v$  soll eventuellen Än-  
derungen der Sollgeschwindigkeit  $v_{ref}$  möglichst schnell fol-  
20 gen und 2) sollen sich eventuelle plötzliche Störkräfte, die  
in FIG 1 einem dort nicht eingezeichneten zusätzlichen addi-  
tiven Anteil in der Beschleunigung  $a$  entsprechen, möglichst  
nur kurzzeitig auf die Geschwindigkeit  $v$  auswirken. Um eine  
möglichst hohe Dynamik zu erzielen, ist man bestrebt, mög-  
25 lichst hohe Werte für  $K_p$  im Verstärker G1 und  $1/T_n$  im Ver-  
stärker G2 des Reglers R zu realisieren. In der Praxis sind  
dem aber Grenzen gesetzt, u. a. deswegen, weil die Störgröße  
 $x_{st}$  den Drehzahlwert  $v_{ist}$  verfälscht. D. h. selbst dann,  
wenn die wahre Geschwindigkeit  $v$  mit dem Sollwert  $v_{ref}$  über-  
30 einstimmt, weicht der ermittelte Istwert  $v_{ist}$  i. a. von  $v_{ref}$   
ab, was bei zu hohem  $K_p$  zu überhöhten Motorströmen  $i$  und in  
Folge einerseits zu zusätzlicher Erwärmung und Geräuschbil-  
dung und andererseits zu überhöhten Beschleunigungen  $a$  und  
damit auch zu Abweichungen von  $v$  vom Sollwert  $v_{ref}$  führt. Auf  
35 diese Weise entsteht auch bei konstantem  $v_{ref}$  sowohl im Strom  
 $i$  als auch in der Geschwindigkeit  $v$  ein unerwünschter zusätz-  
licher rauschartiger Wechselanteil. Beim Strom  $i$  wird dieser

Wechselanteil Stromripple, bei der Geschwindigkeit  $v$  Geschwindigkeitswelligkeit genannt.

5 Ziel ist es nun, eine Modifikation dahingehend vorzunehmen, dass man Stromripple und Geschwindigkeitswelligkeit bei gegebener Dynamik reduzieren kann bzw. umgekehrt die Regelung (durch Erhöhung von  $K_p$  und ggf. von  $1/T_n$ ) dynamischer machen kann, ohne gleichzeitig den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit zu erhöhen.

10

Eine bekannte Modifikation des in FIG 1 dargestellten Regelkreises besteht in der Geschwindigkeitswertfilterung gemäß FIG 2. Dabei wird der Geschwindigkeitswert  $v_{ist}$  vor dem Einspeisen in den Addierer Sum1 durch einen Tiefpass TP geglättet. Nachteil dieser Lösung ist jedoch, dass der Tiefpass TP die erzielbare Dynamik begrenzt.

15

Eine weitere Möglichkeit, um den Stromripple und die Geschwindigkeitswelligkeit zu minimieren besteht darin, das Störsignal  $rx$  zu verringern. Hierzu eignet sich beispielsweise ein höher auflösender Geber für die Lageposition  $x$ . Durch den höher auflösender Geber lässt sich das Quantisierungsrauschen reduzieren. Der Nachteil eines höher auflösenden Gebers besteht jedoch in den höheren Kosten.

25

Des Weiteren lässt sich das Störsignal  $rx$  beispielsweise durch Oversampling reduzieren, wie dies in dem Vortrag von Roland Kirchberger "Verbesserte Erfassung von Lage und Geschwindigkeit an Hochgeschwindigkeitsspindeln", Lageregelseminar 2001, 26. und 27.10.2001, Stuttgart beschrieben wurde. Nachteilig dabei ist jedoch der höhere Hardware-Aufwand und die Verzögerung des Geschwindigkeitswerts  $v_{ist}$  gegenüber dem wahren Wert  $v$ .

30

35 Durch die Verwendung eines zusätzlichen Beschleunigungssensors, wie dies in der Druckschrift DE 100 24 394 A1 vorgesehen ist, können die negativen Auswirkungen der Störgröße  $rx$

auf die Istgeschwindigkeit vist und damit auch auf den Strom-ripple und die Geschwindigkeitsswelligkeit ebenfalls reduziert werden. Nachteilig dabei ist jedoch der zusätzliche Aufwand für den Beschleunigungssensor und dessen Auswertung.

5

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, den Stromripple und die Geschwindigkeitsswelligkeit bei gleichbleibender Dynamik der Regelung zu reduzieren und gleichzeitig den Hardware-Aufwand möglichst gering zu halten.

10

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Motorregelungsvorrichtung mit Regelungskomponente zum Bereitstellen eines Regelungssignals, einer Signalteilungseinrichtung zum Aufteilen des Regelungssignals in mindestens zwei Signalanteile, einer Signalverarbeitungseinrichtung, mit der jeder der mindestens zwei Signalteile auf untereinander verschiedene Weise verarbeitbar ist, und einer Addiereinrichtung zum Addieren der verschiedenen verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.

20

Darüber hinaus ist erfindungsgemäß vorgesehen ein Verfahren zum Regeln eines Motors durch Bereitstellen eines Regelungssignals, Aufteilen des Regelungssignals in mindestens zwei Signalanteile, Verarbeiten jedes der mindestens zwei Signalanteile auf untereinander verschiedene Weise und Addieren der verschiedenen verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.

25

Durch das Aufspalten eines Regelungssignals, insbesondere der Geschwindigkeitsabweichung in mindestens zwei Anteile können diese unterschiedlichen Reglern zugeführt werden. Gegenüber dem Stand der Technik mit der Geschwindigkeitswertfilterung entsprechend FIG 2 besteht der Vorteil somit darin, dass entsprechend der vorliegenden Erfindung die Filterung nicht auf die gesamte Regelabweichung angewendet wird, sondern nur auf den Teil, für den die Filterung aufgrund der Störgröße benötigt wird.

30

35

Vorzugsweise ist einer der abgespaltenen Signalanteile ein bezogen auf die Signalamplitude höherwertiger Signalanteil und ein anderer ein niederwertiger Signalanteil. Dies hat den Vorteil, dass speziell die niederwertigen Signalanteile, die  
5 in erster Linie durch Rauschen und Störgrößen verändert sind, speziell behandelt werden können. So ist es günstig, wenn die Signalverarbeitungseinrichtung in dem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil einen Tiefpass aufweist. Dadurch lassen sich hochfrequente Störanteile aus dem Gesamtsignal  
10 entfernen.

Darüber hinaus kann die Signalverarbeitungseinrichtung in dem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil einen oder mehrere Bandsperren aufweisen. Dadurch können gezielt Frequenzanteile, die durch Störungen hervorgerufen werden, aus  
15 dem Signal ausgefiltert werden.

Bei einer weiterentwickelten Motorregelungsvorrichtung kann neben einem Lagesensor auch ein Beschleunigungssensor zur Erfassung der Bewegung eines Verstellelements vorgesehen sein,  
20 so dass eine entsprechende Istgröße gewonnen werden kann. Durch diese parallele Istwerterfassung können die Störanteile in der Istgeschwindigkeit vst minimiert werden, indem diese Istgeschwindigkeit vst nicht wie in FIG 1, sondern beispielsweise so wie in DE 100 24 394 A1 beschrieben, ermittelt  
25 wird.

In der erfindungsgemäßen Motorregelungsvorrichtung bzw. für das entsprechende Verfahren kann darüber hinaus eine Abtasteinrichtung zum mehrfachen Abtasten einer zu erfassenden Größe innerhalb eines Zeitschritts unter Gewinnung mehrerer Abtastwerte und zum Liefern eines gemittelten Abtastwerts in dem Zeitschritt als Istgröße vorgesehen sein. Auf diese Weise kann ein Oversampling des abzutastenden Signals gewährleistet  
30 und eine entsprechende Reduzierung des Störsignals rx erzielt werden.

Die in der erfindungsgemäßen Motorregelungsvorrichtung vorge-  
sehene Regelungskomponente kann eine Subtraktionseinrichtung  
zum Subtrahieren einer Istgröße von einer Sollgröße unter Be-  
reitstellung eines Differenzsignals darstellen, wobei die  
5 Signalteilungseinrichtung zur Aufteilung des Differenzsignals  
der Subtraktionseinrichtung nachgeschaltet ist. Alternativ  
könnte auch die Aufspaltung in dem Rückkopplungszweig vor der  
Subtraktionseinrichtung erfolgen. Wenn ein Eingriff in den  
Regler R gegenüber einem Eingriff in die Geberauswertung A  
10 keinen Nachteil darstellt, bietet diese Alternative keinen  
Vorteil gegenüber der ursprünglichen Lösung. Andernfalls ist  
diese Lösung jedoch, insbesondere dann vorteilhaft, wenn vor-  
zugsweise der Fall  $v_{ref} = 0$  interessiert oder das Störsignal  
 $r_x$  im Wesentlichen durch Quantisierungsrauschen verursacht  
15 wird und dafür gesorgt wird, dass  $v_{ref}$  immer mögliche Quanti-  
sierungsstufen von  $v_{ist}$  annimmt.

Die vorliegende Erfindung ist anhand der beigefügten Zeich-  
nungen näher erläutert, in denen zeigen:

- 20
- FIG 1 einen Geschwindigkeitsregelkreis entsprechend dem Stand der Technik;
  - FIG 2 einen Geschwindigkeitsregelkreis mit Geschwindigkeitswertfilterung entsprechend dem Stand der Technik;
  - 25 FIG 3 einen Geschwindigkeitsregelkreis mit Signalaufteilung entsprechend der vorliegenden Erfindung; und
  - FIG 4 ein Blockschaltbild für eine erfindungsgemäße Lageregelung.

30 Die nachfolgend näher erläuterten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

35 Die in FIG 3 wiedergegebene erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung besteht im Wesentlichen aus den Komponenten, die bereits im Zusammenhang mit FIG 1 vorgestellt wurden. Dem



- dort beschriebenen Regler R ist jedoch hier ein nicht linearer Regler NR vorgeschaltet. In ihm wird die Geschwindigkeitsabweichung  $ev$  in zwei Anteile aufgespaltet, wie es in ähnlicher Weise auch bei einer Binärzahl mit der Aufspaltung in höherwertige Bits und niederwertige Bits möglich ist. Im vorliegenden Fall entsteht durch die Aufspaltung ein höherwertiger Anteil  $ev_{hi}$  und ein niederwertiger Anteil  $ev_{lo}$  mit  $ev_{hi} + ev_{lo} = ev$ .
- 10 Anschaulich entspricht dabei der niederwertige Anteil  $ev_{lo}$  in etwa demjenigen Signalpegel, der von der Störgröße  $rx$  verursacht wird. Mit dem höherwertigen Anteil wird nun so verfahren wie beim Stand der Technik nach FIG 1, während der niederwertige Anteil z. B. a) vorher gefiltert oder b) nur dem
- 15 I-Glied zugeführt wird. Dies ist möglich, da die Störgröße  $rx$  mittelwertfrei ist. Für den Fall a) ist in FIG 3 ein Blockschaltbild angegeben.

- Der Signalausgang des Addierers  $Sum1$  wird in zwei Signalpfade aufgespaltet. In einem der Signalpfade ist ein Begrenzer B angeordnet. Dieser begrenzt die Signalamplitude entsprechend einer gewünschten Sättigungsfunktion, z. B.
- 20

$$25 \quad ev_{lo} = \begin{cases} -Q & \text{für } ev < -Q \\ ev & \text{für } -Q \leq ev \leq Q \\ Q & \text{für } Q < ev \end{cases}$$

- mit einer positiven Konstanten  $Q$ . Das resultierende Signal  $ev_{lo}$  umfasst nur die niederwertigen Anteile des ursprünglichen Signals  $ev$ . In einem Addierer  $Sum5$  wird der Signalanteil  $ev_{lo}$  von dem ursprünglichen Signal  $ev$  abgezogen, woraus der höherwertige Signalanteil  $ev_{hi}$  resultiert. Der höherwertige Signalanteil, der beispielsweise aus einem Lastwechsel des Motors herrührt und damit einer tatsächlichen Änderung der
- 30 Geschwindigkeit  $v$  entspricht, wird unverarbeitet einem Addierer  $Sum6$  zugeführt. Die niederwertigen Signalanteile  $ev_{lo}$  werden hingegen in einem Filter  $F$  gefiltert, bevor sie dem
- 35

Addierer Sum6 zugeführt werden. In dem Addierer Sum6 werden die beiden Signalanteile wieder zu einem gemeinsamen Signal addiert und dem Regler R bzw. dessen Verstärker G1 zugeführt.

5 Der Begrenzer B sorgt dafür, dass die Amplitude des niederwertigen Anteils  $ev_{lo}$  in etwa dem von dem Störsignal rx in dem Istgeschwindigkeitssignal  $v_{ist}$  verursachten Signalanteil entspricht. Für das Filter lässt sich beispielsweise der Tiefpass TP aus FIG 2 einsetzen. In diesem Fall ist die  
10 Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlwertglättung nur für den Signalanteil wirksam, für den sie auch tatsächlich benötigt wird. Alternativ oder zusätzlich lässt sich im Filter F auch eine oder mehrere Bandsperrungen mit einstellbarer Sperrfrequenz implementieren, deren Sperrfrequenz(en) beispielsweise so  
15 nachgeführt wird, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen der Strichfrequenz des Gebers, dessen Geberrad eine vorbestimmte Anzahl an abzutastenden Strichen aufweist, entspricht. Oft hat nämlich der Geschwindigkeitswert  $v_{ist}$  bei solchen Frequenzen erhebliche Störanteile.

20 Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, dass das Signal der Geschwindigkeitsabweichung  $ev$  in mehr als zwei Anteile aufgespaltet wird und die nicht lineare Regelung in diesen Anteilen individuell durchgeführt wird. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, wie dies oben bereits erwähnt  
25 ist, parallel zu dem Lagesensor einen Beschleunigungssensor einzusetzen, um Rauschen bzw. Störanteile zu unterdrücken. Ferner kann der Geber G auch ein Oversampling ermöglichen.

30 Der nicht lineare Regelschritt kann anstelle vor der Regelung R auch zwischen der Geberauswertung A und dem Addierer Sum1 für das Istgeschwindigkeitssignal  $v_{ist}$  durchgeführt werden. Diese Alternative ist zwar weniger vorteilhaft, sie bietet sich aber bei bestehenden Regelkreisen an, bei denen be-  
35 spielsweise nur das Istgeschwindigkeitssignal  $v_{ist}$  zugänglich ist.

Der erfindungsgemäße Regelmechanismus kann auch für eine Lageregelung verwendet werden. Diese kann in üblicher Weise ohne Umwandlung in Geschwindigkeitssignale aufgebaut werden. Alternativ kann sie aber auch unter Ausnutzung der Geschwindigkeitsregelung von FIG 3 realisiert werden. Ein entsprechendes Blockschaltbild ist in FIG 4 wiedergegeben, wobei der Geschwindigkeitsregelkreis von FIG 3 durch das gestrichelte Rechteck GR angedeutet ist. Das Istlagesignal wird für die Lageregelung einem Addierer Sum7 zugeführt, der dieses Signal von einem Solllagewert  $x_{ref}$  subtrahiert. Der anschließende Verstärker G5 wandelt das Lagedifferenzsignal in den Geschwindigkeitssollwert  $v_{ref}$ . Dabei kann alternativ zwischen den Ausgang des Addierers Sum7 und dem Eingang des Verstärkers G5 ein nichtlinearer Regler von der Art des nichtlinearen Reglers NR aus FIG 3 geschaltet sein. Somit kann der Regelkreis von FIG 3 sowohl für die Geschwindigkeitsregelung als auch für die Lageregelung verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Motorregelungsvorrichtung mit
  - Regelungskomponente (Sum1) zum Bereitstellen eines Regelungssignals (ev),
  - 5     g e k e n n z e i c h n e t     durch
  - eine Signalteilungseinrichtung (B, Sum5) zum Aufteilen des Regelungssignals (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi),
  - 10    - eine Signalverarbeitungseinrichtung (F), mit der jeder der mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi) auf untereinander verschiedene Weise verarbeitbar ist, und
  - eine Addiereinrichtung (Sum6) zum Addieren der verschieden
  - 15    verarbeiteten Signalanteile für eine weitere Verarbeitung.
2. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei einer der Signalanteile ein bezogen auf die Signalamplitude höherwertiger Signalanteil (evhi) und ein anderer ein niederwertiger Signalanteil (evlo) ist.
- 20    3. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (F) in einem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil (evlo) einen Tiefpass aufweist.
- 25    4. Motorregelungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (F) in einem Signalpfad für den niederwertigen Signalanteil (evlo) einen oder mehrere Bandsperren aufweist.
- 30    5. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die einen Lagesensor (G) und einen Beschleunigungssensor zur Erfassung der Bewegung eines Verstellelements aufweist.
- 35    6. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Abtasteinrichtung zum mehrfachen Abtasten einer zu erfassenden Größe innerhalb eines Zeitschritts unter

Gewinnung mehrerer Abtastwerte und zum Liefern eines gemittelten Abtastwerts in dem Zeitschritt als Istgröße aufweist.

7. Motorregelungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Regelungskomponente (Sum1) eine Subtraktionseinrichtung zum Subtrahieren einer Istgröße (vist) von einer Sollgröße (vref) unter Bereitstellung eines Differenzsignals (ev) darstellt und die Signalteilungseinrichtung (B, Sum5) zur Aufteilung des Differenzsignals (ev) der Subtraktionseinrichtung nachgeschaltet ist.

8. Verfahren zum Regeln eines Motors durch  
- Bereitstellen eines Regelungssignals (ev),  
g e k e n n z e i c h n e t durch  
- Aufteilen des Regelungssignals (ev) in mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi),  
- Verarbeiten jedes der mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi) auf untereinander verschiedene Weise und  
- Addieren der verschieden verarbeiteten Signalanteile für  
eine weitere Verarbeitung.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Regelungssignal (ev) in einen bezogen auf die Signalamplitude höherwertigen Signalanteil (evhi) und einen niederwertigen Signalanteil (evlo) aufgeteilt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der niederwertige Signalanteil (evlo) mit einem Tiefpass gefiltert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei der niederwertige Signalanteil (evlo) mit einem oder mehreren Bandsperren gefiltert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei ein Lagesignal (xist) und ein Beschleunigungssignal jeweils als Istgröße erfasst werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei eine zu erfassende Größe innerhalb eines Zeitschritts unter Gewinnung mehrerer Abtastwerte abgetastet und ein gemittelter Abtastwert in dem Zeitschritt als Istgröße geliefert wird.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei das Regelungssignal (ev) ein Differenzsignal zwischen einer Istgröße (vist) und einer Sollgröße (vref) ist und dieses Differenzsignal in mindestens zwei Signalanteile (evlo, evhi)

10 aufgeteilt wird.

FIG 1

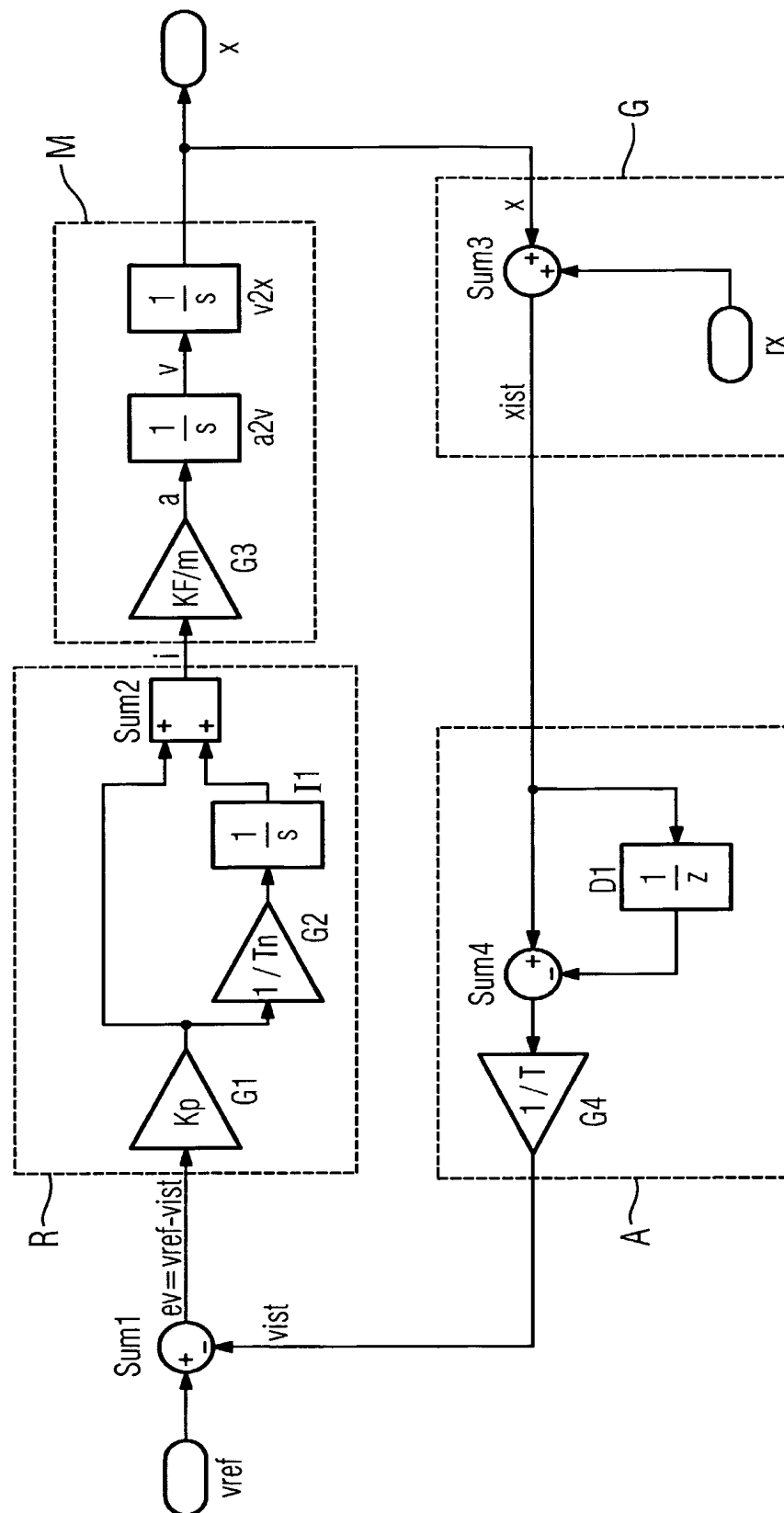


FIG 2

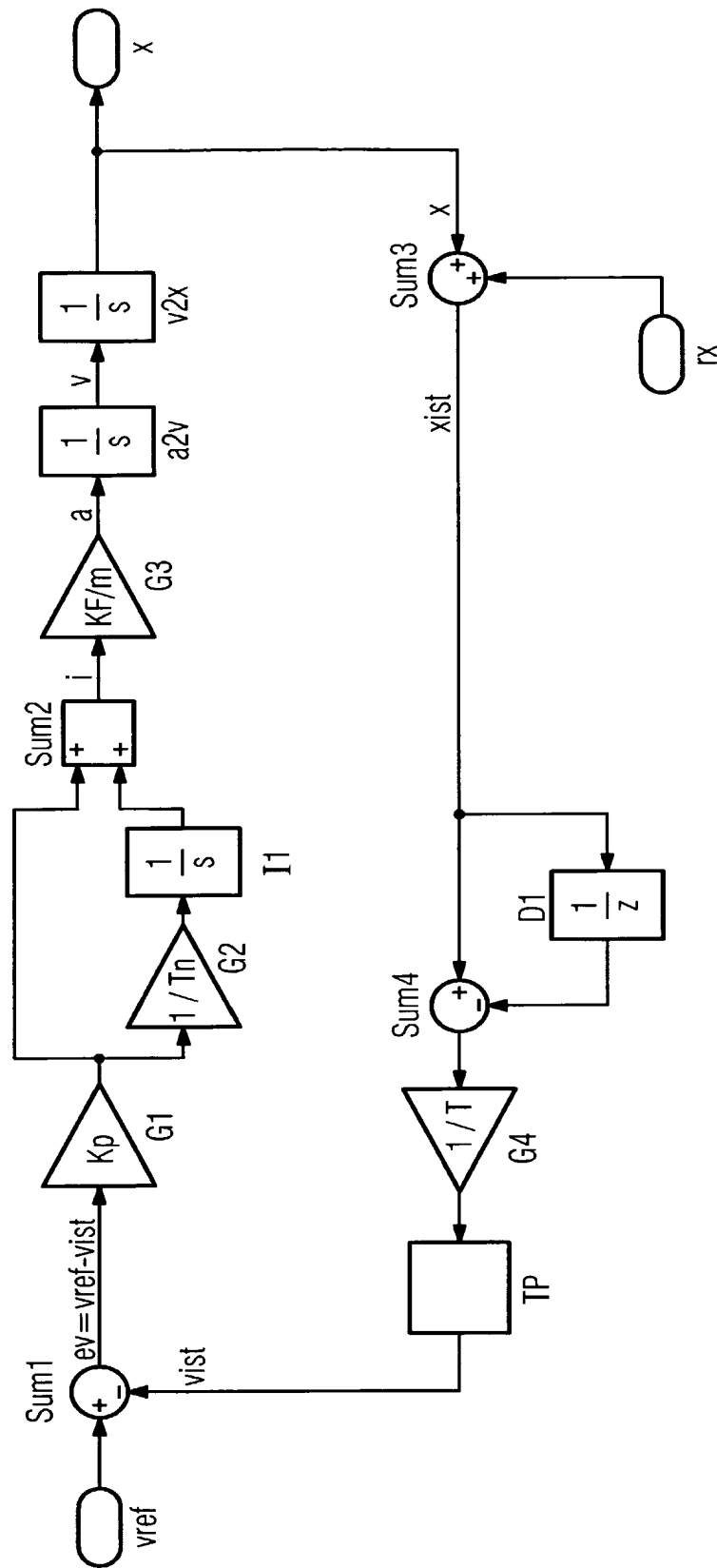




FIG 3

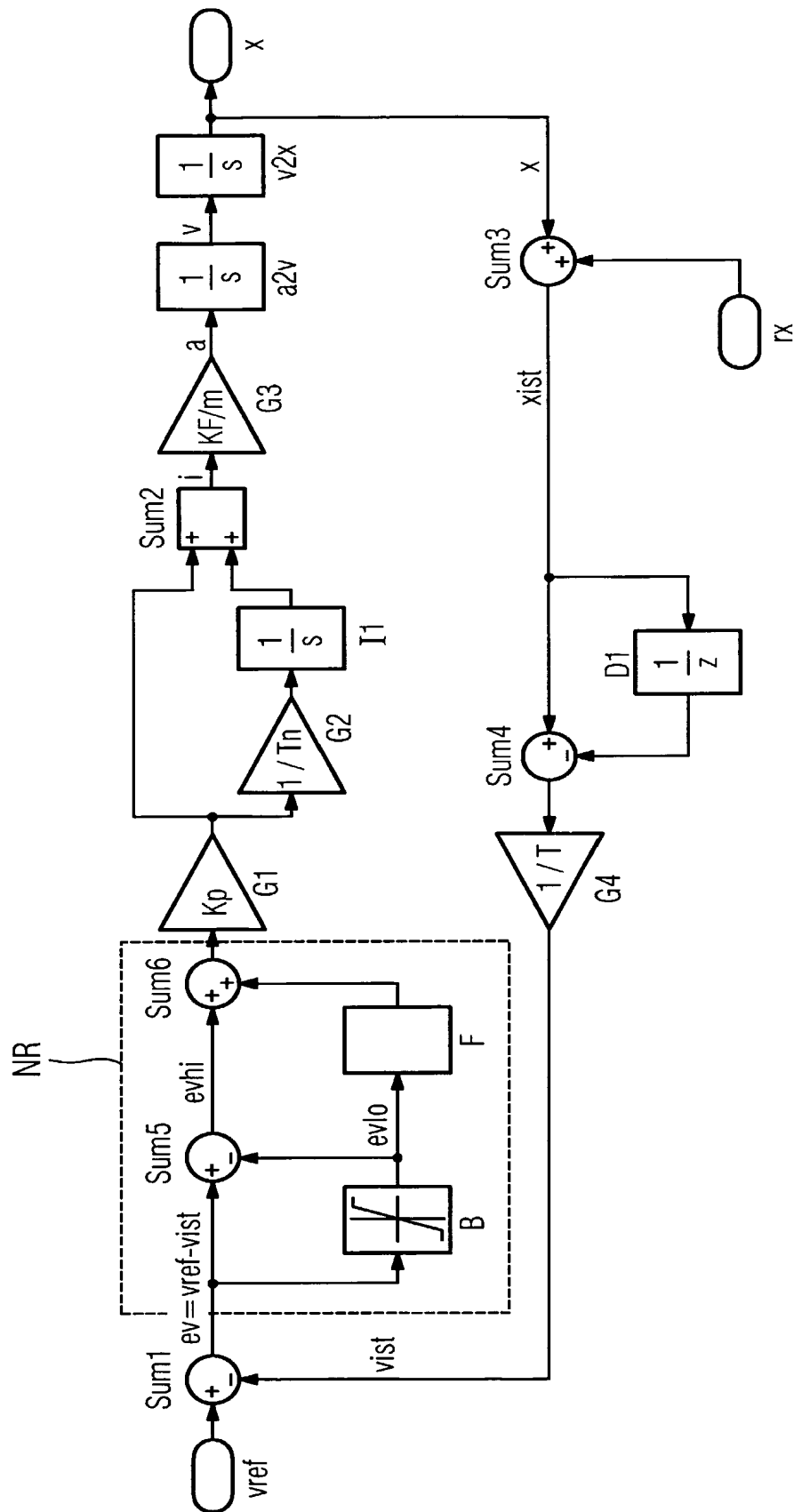
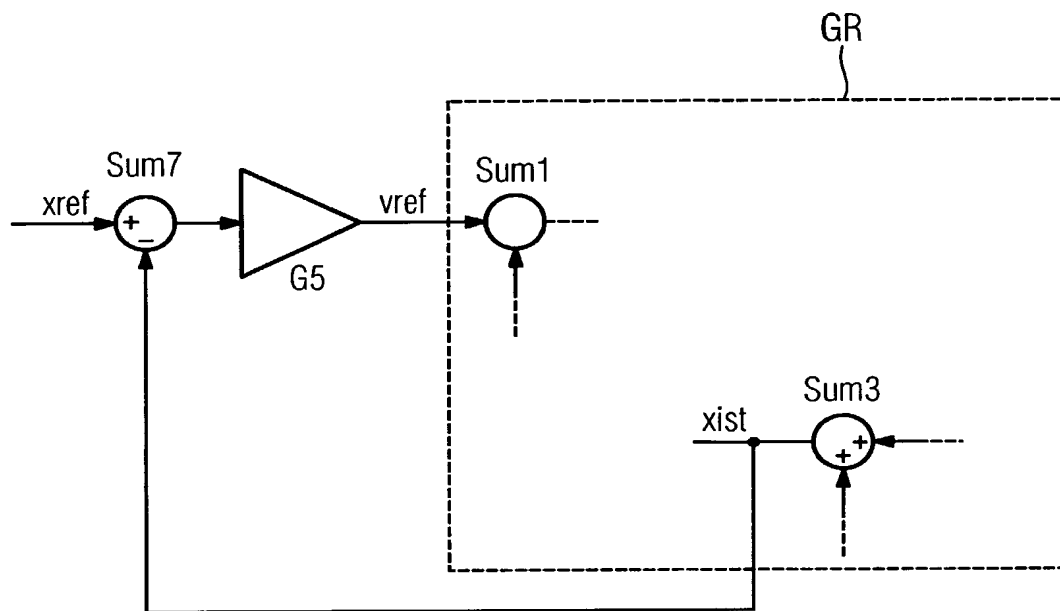


FIG 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051221

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G05B11/42 G05D3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G05B G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 533 991 A (GEORGIS ET AL) 6 August 1985 (1985-08-06) column 4, line 1 - line 35; figure 2 -----	1,7,8
X	EP 0 398 368 A (SONY CORPORATION) 22 November 1990 (1990-11-22) page 5, line 11 - line 49; figure 4 -----	1-3,8-10
X	US 5 694 016 A (HEINKEL ET AL) 2 December 1997 (1997-12-02) abstract; figure 1 column 2, line 21 - line 32; figure 1 -----	1,8
X	US 5 764 017 A (BAUCK ET AL) 9 June 1998 (1998-06-09) abstract column 4, line 51 - column 5, line 27; figures 1C,1D,2A-2C ----- -/--	1,6,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 2005

Date of mailing of the international search report

20/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Helot, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/051221

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 40 15 682 A1 (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP) 22 November 1990 (1990-11-22) abstract column 1, line 15 - column 3, line 16; figure 1 -----	1,5,8,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/051221

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4533991	A	06-08-1985	EP 0131047 A1 JP 60500102 T WO 8402590 A1	16-01-1985 24-01-1985 05-07-1984
EP 0398368	A	22-11-1990	JP 2305211 A JP 3041858 B2 JP 2946531 B2 JP 3001668 A DE 69027711 D1 DE 69027711 T2 EP 0398368 A2 KR 151147 B1 US 5070408 A US 5185707 A KR 213418 B1	18-12-1990 15-05-2000 06-09-1999 08-01-1991 14-08-1996 05-12-1996 22-11-1990 15-12-1998 03-12-1991 09-02-1993 02-08-1999
US 5694016	A	02-12-1997	DE 3932061 C1 WO 9105297 A1 DE 59009356 D1 EP 0494164 A1 ES 2074580 T3 JP 5500720 T JP 3190330 B2 KR 158186 B1 RU 2099768 C1	21-02-1991 18-04-1991 03-08-1995 15-07-1992 16-09-1995 12-02-1993 23-07-2001 20-03-1999 20-12-1997
US 5764017	A	09-06-1998	US 2003019938 A1 WO 9739521 A1 US 6772949 B2 US 6283375 B1 US 6595420 B1 US 2002063159 A1 US 2002109010 A1	30-01-2003 23-10-1997 10-08-2004 04-09-2001 22-07-2003 30-05-2002 15-08-2002
DE 4015682	A1	22-11-1990	JP 2306482 A	19-12-1990

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051221

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G05B11/42 G05D3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G05B G05D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 533 991 A (GEORGIS ET AL) 6. August 1985 (1985-08-06) Spalte 4, Zeile 1 – Zeile 35; Abbildung 2 -----	1,7,8
X	EP 0 398 368 A (SONY CORPORATION) 22. November 1990 (1990-11-22) Seite 5, Zeile 11 – Zeile 49; Abbildung 4 -----	1-3,8-10
X	US 5 694 016 A (HEINKEL ET AL) 2. Dezember 1997 (1997-12-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 21 – Zeile 32; Abbildung 1 -----	1,8
X	US 5 764 017 A (BAUCK ET AL) 9. Juni 1998 (1998-06-09) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 51 – Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 1C,1D,2A-2C ----- -/--	1,6,8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Helot, H

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 40 15 682 A1 (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP) 22. November 1990 (1990-11-22) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 15 - Spalte 3, Zeile 16; Abbildung 1 -----	1,5,8,12

# INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051221

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4533991 A	06-08-1985	EP 0131047 A1	16-01-1985
		JP 60500102 T	24-01-1985
		WO 8402590 A1	05-07-1984
EP 0398368 A	22-11-1990	JP 2305211 A	18-12-1990
		JP 3041858 B2	15-05-2000
		JP 2946531 B2	06-09-1999
		JP 3001668 A	08-01-1991
		DE 69027711 D1	14-08-1996
		DE 69027711 T2	05-12-1996
		EP 0398368 A2	22-11-1990
		KR 151147 B1	15-12-1998
		US 5070408 A	03-12-1991
		US 5185707 A	09-02-1993
		KR 213418 B1	02-08-1999
US 5694016 A	02-12-1997	DE 3932061 C1	21-02-1991
		WO 9105297 A1	18-04-1991
		DE 59009356 D1	03-08-1995
		EP 0494164 A1	15-07-1992
		ES 2074580 T3	16-09-1995
		JP 5500720 T	12-02-1993
		JP 3190330 B2	23-07-2001
		KR 158186 B1	20-03-1999
		RU 2099768 C1	20-12-1997
US 5764017 A	09-06-1998	US 2003019938 A1	30-01-2003
		WO 9739521 A1	23-10-1997
		US 6772949 B2	10-08-2004
		US 6283375 B1	04-09-2001
		US 6595420 B1	22-07-2003
		US 2002063159 A1	30-05-2002
		US 2002109010 A1	15-08-2002
DE 4015682 A1	22-11-1990	JP 2306482 A	19-12-1990